

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09307930
PUBLICATION DATE : 28-11-97

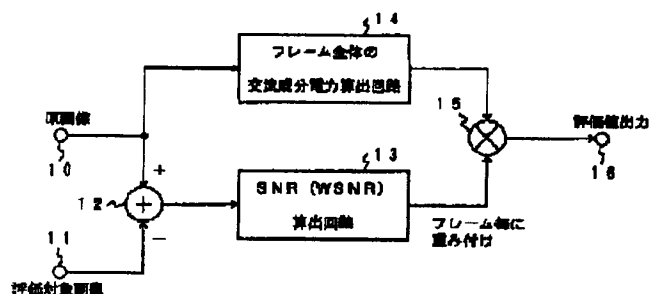
APPLICATION DATE : 10-05-96
APPLICATION NUMBER : 08139766

APPLICANT : KOKUSAI DENSHIN DENWA CO LTD
<KDD>;

INVENTOR : MATSUMOTO SHUICHI;

INT.CL. : H04N 17/00 H04N 7/24

TITLE : DIGITAL IMAGE QUALITY
EVALUATION DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an evaluation result close to a subjective evaluation result in a short time by calculating an image data AC component power of an entire frame and weighting the power onto the S/N of a difference between evaluation object image data and its original image data.

SOLUTION: A difference calculation circuit 12 calculates a difference between an evaluation object image and each pixel signal and the result is given to an SNR calculation circuit 13, from which the S/N of the entire frame is obtained. On the other hand, an AC component power calculation circuit 14 calculates a mean value of AC component power values of the entire frame from the original image picture element signals and the result is given to a weighting circuit 15. The circuit 15 applies weighting the S/N of the entire frame to each frame by using a predetermined function based on the mean value. Thus, an evaluation result closer to a subject evaluation result is obtained in a short time from an output terminal 16.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-307930

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 17/00			H 0 4 N 17/00	Z
7/24			7/13	Z

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

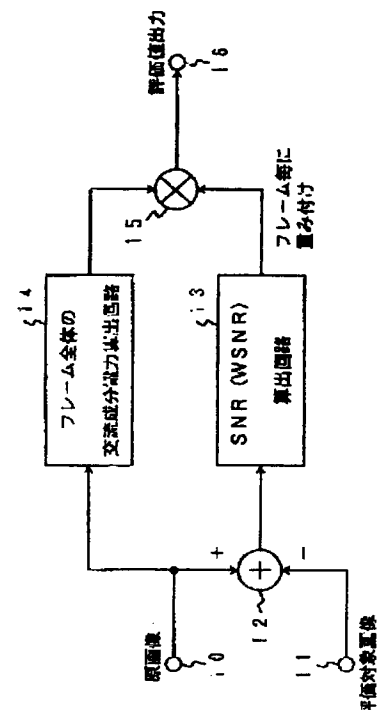
(21) 出願番号	特願平8-139766	(71) 出願人	000001214 国際電信電話株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目3番2号
(22) 出願日	平成8年(1996)5月10日	(72) 発明者	宮地 悟史 東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際 電信電話株式会社内
		(72) 発明者	浜田 高宏 東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際 電信電話株式会社内
		(72) 発明者	松本 修一 東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際 電信電話株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 山本 恵一

(54) 【発明の名称】 デジタル画像品質評価装置

(57) 【要約】

【課題】 主観評価結果により近い評価結果を得ることのできるデジタル画像品質評価装置を提供する。

【解決手段】 評価対象画像データの値とその原画像データの値との差分値に基づくSNRを算出するSNR算出手段と、フレーム全体の画像データの交流成分の電力を算出する手段と、算出した交流成分電力に基づいて算出したSNRの重み付けを行う重み付け手段とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 評価対象画像データの値とその原画像データの値との差分値に基づくSN比を算出するSN比算出手段と、フレーム全体の画像データの交流成分の電力を算出する手段と、該算出した交流成分電力に基づいて前記算出したSN比の重み付けを行う重み付け手段とを備えたことを特徴とするデジタル画像品質評価装置。

【請求項2】 前記SN比算出手段は、フレームの各ブロック毎に、前記評価対象画像データの値と前記原画像データの値との差分値を求めてフレーム全体のSN比を算出するように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項3】 前記評価対象画像データ及び前記原画像データについて、フレームの各ブロック毎に視覚特性に基づく重み付けを行うための係数を算出する係数算出手段をさらに備えており、前記SN比算出手段は、該係数算出手段からの係数を用いて重み付けを行って差分値に基づくSN比を算出するように構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の装置。

【請求項4】 前記係数算出手段は、フレームの各ブロック毎に、空間周波数方向の視覚感度に基づく重み付け用係数を算出するように構成されていることを特徴とする請求項3に記載の装置。

【請求項5】 前記係数算出手段は、フレームの各ブロック毎に、雑音マスキング効果に基づく重み付け用係数を算出するように構成されていることを特徴とする請求項3又は4に記載の装置。

【請求項6】 前記重み付け手段は、前記算出した交流成分電力に基づいて各係数が定まるようにあらかじめ設定されたマッピング関数により重み付けを行うように構成されていることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル画像圧縮符号化装置、特にデジタルテレビコーデックの単体評価、又はデジタル画像伝送路等における画像品質を評価する装置に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】この種の画像品質を評価する方法として、主観評価による方法と客観評価による方法とが存在する。

【0003】主観評価による方法として、例えばITU-R BT. 500-6の勧告等に基づいてテレビジョン画像の品質評価を行う方法がある。この方法は、十数人の被験者が数日間に渡って主観的に画像を評価するものである。この主観評価方法によれば、少数の画像を用いて評価する場合であっても、実験に伴う作業量が極めて膨大なものとなり、しかも実験に要するコストが高くなるという問題点を有している。また、その作業量の多

さゆえに、評価のために必要な時間がかかり長くなり、画像品質を短時間に評価することが著しく困難となる。

【0004】客観評価による従来方法としては、評価対象画像と原画像との間の各画素毎の単純な差分値、例えば平均2乗誤差、から求められるSN比(SNR)を用いる方法が一般的である。この方法によれば、評価に要する時間は短時間で済むものの、人間の視覚特性が全く考慮されていないためその評価結果が主観評価による結果とは一致しないことが多いという問題が生じる。

【0005】このSNRによる評価と主観評価とが一致しない原因にバックグラウンドに対して視覚的に目立つ雑音の発生があることを考慮し、人間の視覚特性により重み付けされたSNR(WSNR)を用いた評価方法は公知である。例えば、半谷、和田、宮内、「静止画の画質を評価するための空間周波数領域上の重み付け関数の実験的導出」、テレビジョン学会誌、Vol. 46、No. 3、pp. 295~299、1992、及び浜田、松本、村上、「量子化器最適化に基づく動き補償DCT方式の特性限界」、電子情報通信学会論文誌、B-I、Vol. J78-B-I、No. 11、pp. 689~699、1995年11月参照。

【0006】この公知の客観評価方法によれば、発生した雑音がブロック内のバックグラウンドに対して視覚的に目立つ雑音であるか又は目立たない雑音であるかが画質評価において考慮される。しかしながら、画面全体のバックグラウンドに対しての視覚特性が考慮されていないので、WSNR値が主観評価とは大きく異なる場合が存在する。

【0007】従って本発明は、従来技術の上述した問題点を解消するものであり、本発明の目的は、短時間に評価が行え、しかも主観評価結果により近い評価結果を得ることのできる安価なデジタル画像品質評価装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、評価対象画像データの値とその原画像データの値との差分値に基づくSNRを算出するSNR算出手段と、フレーム全体の画像データの交流成分の電力を算出する手段と、算出した交流成分電力に基づいて算出したSNRの重み付けを行う重み付け手段とを備えたデジタル画像品質評価装置が提供される。

【0009】フレーム全体の画像データの交流成分の電力に基づいてSNRの重み付けを行うことにより、画面全体のバックグラウンドに対しての視覚特性が考慮されることとなり、最終的に得られる評価値を主観評価値により近づけることが可能となる。即ち、ブロック毎の視覚特性を反映させたSNR(WSNR)を求めても、画面全体でそのブロックが目立つ存在であるかどうかによってその実際の評価は異なってしまうが、画面全体のアクティビティを表わすフレーム全体の画像データの

交流成分の電力を求め、これによって各ブロックの注目度を考慮することによって主観評価結果により近い評価結果を得ることができる。

【0010】SNR算出手段は、フレームの各ブロック毎に、評価対象画像データの値と原画像データの値との差分値を求めてフレーム全体のSNRを算出するように構成されていることが好ましい。

【0011】評価対象画像データ及び原画像データについて、フレームの各ブロック毎に視覚特性に基づく重み付けを行うための係数を算出する係数算出手段をさらに備えており、SNR算出手段は、係数算出手段からの係数を用いて重み付けを行って差分値に基づくWSNRを算出するように構成されていることが好ましい。

【0012】係数算出手段は、フレームの各ブロック毎に、空間周波数方向の視覚感度に基づく重み付け用係数を算出するように構成されていることが好ましい。高周波の雑音ほど検知されにくいので、このような視覚特性による重み付けによって主観評価結果により近い評価結果を得ることができる。

【0013】また、係数算出手段は、フレームの各ブロック毎に、雑音マスキング効果に基づく重み付け用係数を算出するように構成されていることが好ましい。より変化の激しいブロックでの雑音は検知されにくいので、このような視覚特性による重み付けによって主観評価結果により近い評価結果を得ることができる。

【0014】重み付け手段は、算出した交流成分電力に基づいて各係数が定まるようにあらかじめ設定されたマッピング関数により重み付けを行うように構成されていることが好ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】以下図面を用いて本発明の実施形態を詳細に説明する。

【0016】図1は本発明のデジタル画像品質評価装置の基本構成を表わすブロック図である。

【0017】同図において、10は評価対象画像に関する原画像の各画素信号が供給される入力端子、11は評価対象画像（再生画像）の各画素信号が供給される入力端子、12は入力端子10及び11に接続されており差分値を算出する差分値算出回路、13は差分値算出回路12の出力に接続されたSNR（WSNR）算出回路（本発明のSNR算出手段に対応する）、14は入力端子10に接続されており、フレーム全体の交流成分電力の平均値を算出する交流成分電力算出回路（本発明の交流成分の電力を算出する手段に対応する）、15はSNR算出回路13及び交流成分電力算出回路14の出力に接続されている重み付け回路（本発明の重み付け手段に対応する）、16は画像品質評価値の出力端子をそれぞれ示している。

【0018】差分値算出回路12は、評価対象画像及び原画像の各画素信号の差分値を算出する。この差分値

が、SNR算出回路13へ入力されることによりフレーム全体のSNR又はWSNR（ブロック毎の視覚特性が反映するように重み付けされたSNR）が得られる。一方、交流成分電力算出回路14は、原画像の画素信号からフレーム全体の交流成分の電力の平均値（画面全体のアクティビティ）を算出する。重み付け回路15において、この交流成分電力の平均値に基づいてあらかじめ定めた関数により、フレーム全体のSNR又はWSNRをフレーム毎に重み付けする。これにより、出力端子16より、主観評価結果により近い評価結果を得ることができる。なお、図1の例においては、交流成分電力算出回路14が、原画像の画素信号から画面全体のアクティビティを算出しているが、評価対象画像（再生画像）の画素信号から画面全体のアクティビティを算出してもほぼ同様の効果を得ることができる。

【0019】図2は本発明のデジタル画像品質評価装置の一実施形態における構成を示すブロック図である。

【0020】同図において、20は映像源、21は映像源20からの例えばNTSCコンポジット信号等の原画像信号が入力される第1の入力部、22は第1の入力部21の出力に接続された同期用マーカ付加部、23は同期用マーカ付加部22の出力に接続された出力部、24は同期用マーカ付加部22の出力に同じく接続された遅延部、25は出力部23に接続された例えばビデオコーデックやデジタル画像伝送路等の画像品質の評価対象システム、26は評価対象システム25からの評価対象画像（再生画像）信号が入力される第2の入力部、27は第2の入力部26からは評価対象画像データが、遅延部24からは遅延された原画像データがそれぞれ入力される同期制御部をそれぞれ示している。

【0021】図2において、さらに、28は第2の入力部26の出力に接続された周波数変換部、29は遅延部24の出力に接続された周波数変換部、30は周波数変換部28及び29の出力に接続された差分値算出部、31は差分値算出部30の出力に接続されておりWSNRを算出するWSNR計算部、32はWSNR計算部31の出力に接続されており主観評価値を算出する主観評価値計算部、33は周波数変換部29の出力に接続されており、各ブロック毎のブロックアクティビティを算出してWSNR計算部31へ印加するブロックアクティビティ計算部、34は周波数変換部29の出力に同じく接続されており、フレーム全体のアクティビティを算出して主観評価値計算部32に印加するフレームアクティビティ計算部をそれぞれ示している。

【0022】映像源20からの原画像信号は第1の入力部21に入力され、例えば評価対象画像がNTSCコンポジット信号の場合、8ビット、4f_{sc}（14.318MHz）でA/D変換され、有効画素768画素×483ラインの画像としてフィールドマージされる。なお、コンポーネント（Y）信号の場合はサンプリング周波数

13. 5MHz、有効画素720画素×480ラインとなり、コンポーネント(Cb, Cr)信号の場合はサンプリング周波数6.75MHz、有効画素360画素×480ラインとなる。評価対象画像は、NTSCコンポジット信号、コンポーネント信号の他に、D1デジタル信号でもあり得る。因に、評価対象システムとしては、本出願人の開発したコーデックMUCCS-2 [2] 及びMUCCS-45 [3]、MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4、その他全般の符号化器にも適用される。

【0023】第1の入力部21で得られた原画像データには、同期用マーカ付加部22において同期用マーカが付加される。このマーカパターンは、フレーム毎に変化し評価対象システム25の遅延量を知るのに用いられる。マーカが付加された原画像データは、遅延部24のメモリに格納されると同時に出力部23を介して評価対象システム25に出力される。

【0024】評価対象システム25から出力される評価対象画像(再生画像)データは、第2の入力部26に入力された後、同期制御部27において、遅延部24に格納されている原画像データとマーカによるフレーム照合が行われて評価対象システム25における遅延量が決定される。さらに、水平方向のサンプリング補正も行われて、再生画像データと原画像データとの同期が確立される。

【0025】次いで、周波数変換部28及び29、差分値算出部30、WSNR計算部31、ブロックアクティビティ計算部33、並びにフレームアクティビティ計算部34において、WSNR及びフレームアクティビティSの算出が行われる。

【0026】図3はこの演算の内容を詳しく説明している。人間の視覚特性を有効に反映させるため、周波数変換部28及び29において、小ブロック単位の再生画像データ及び原画像データに対して、例えばアダマール変換により周波数軸方向へ変換することによる波形解析を行う。これは、NTSC信号にアダマール変換を用いた

場合、カラーサブキャリア成分が2つの係数のみに効果的に現れ、周波数構造の観点からもNTSC信号の波形解析を行い易いからである。アダマール変換の他にフーリエ変換、DCT等によって周波数変換してもよい。周波数変換された各ブロックは、差分値算出部30に印加されることにより、原画像データと再生画像データとの間で差分値(2乗誤差)が求められる。求められたブロックbの変換係数(m, n)毎の差分電力値は、WSNR計算部31に印加され、次のような視覚特性を考慮したWSNRが算出される。

【0027】画像品質評価において、各ブロック毎に考慮すべき視覚特性としては、①空間周波数方向の視覚感度(高周波の雑音ほど検知されにくい)、②雑音マスキング効果(より変化の激しいブロックでの雑音は検知されにくい)が挙げられ、従って、①についてはアダマール変換係数(m, n)に視覚感度マトリクスHによる重み付けを行い、②については各ブロックbのアクティビティ(分散値) $\sigma^2(b)$ に対する重み付けを行う。即ち、

$$h(\sigma^2, m, n) = h_1(\sigma^2(b)) \cdot H(m, n)$$

により重み付けする。ただし、 $h_1(\sigma^2)$ はブロックbのアクティビティ $\sigma^2(b)$ に対する雑音感度関数である。

【0028】視覚感度マトリクスHとしては、アダマール変換係数をその係数切り捨てによりほぼ等しい劣化度を与える係数をまとめて1つのクラスタとし、それぞれのクラスタ毎に発生する雑音による主観的劣化度が等しくなるように重み付けしたものをを用いることができる。

【0029】ブロックbのアクティビティ $\sigma^2(b)$ は、直流成分やカラーサブキャリア成分を除外した($(m, n) \in D$)交流成分のみの電力であり、ブロックアクティビティ計算部33において次式から算出される。

【数1】

$$\sigma^2(b) = \sum_{m=0}^M \sum_{n=0}^N x^2(b, m, n) - \sum_{(m,n) \in D} x^2(b, m, n)$$

【0030】図3に示すように、フレーム全体のWSNRは、WSNR計算部31において、ブロックbの変換係数(m, n)毎の差分電力値($x(b, m, n) - y$

$(b, m, n))^2$ を人間の視覚特性 $h(\sigma^2, m, n)$ で重み付けする次式から算出される。

【数2】

$$WSNR = 10 \log \frac{255^2}{q^2}$$

$$q^2 = \frac{1}{B \cdot M \cdot N} \sum_{b=1}^B \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} h^2 (\sigma^2 (b), m, n) \cdot (x(b, m, n) - y(b, m, n))^2$$

【0031】フレームアクティビティ計算部34においては、直流成分やカラーサブキャリア成分を除外した $((m, n) \in D)$ 交流成分のみの画面全体の電力、即ちフレームアクティビティSが次式から算出される。なお、本実施形態では、フレームアクティビティ計算部3

$$S = \frac{1}{B \cdot M \cdot N} \sum_{b=1}^B \left[\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} y^2(b, m, n) - \sum_{(m,n) \in D} y^2(b, m, n) \right]$$

【0032】以上のごとくして求められたブロック毎の視覚特性を反映させたWSNRは、主観評価値計算部32において、画面全体のアクティビティを反映させたフレームアクティビティSによって重み付けされて品質劣化度(%)に変換される。

【0033】WSNR計算部31において、 $h(\sigma^2, m, n)$ で重み付けすることで行ったマスキング効果は、ブロックのアクティビティによりそのブロック内で発生する雑音の検知度が異なることを利用している。このデジタル画像品質評価装置では、このブロック内のアクティビティに加え、画面全体のアクティビティSを考慮している。これは、画面全体のアクティビティSがブロックの注目度に影響を与えることが実験的に確認されているからである。例えば、ブロック内のアクティビティにより局所的には目立ち易い雑音であっても画面全体のアクティビティSが高い場合、それほど雑音として

4が、原画像データから画面全体のアクティビティを算出しているが、再生画像データから画面全体のアクティビティを算出してもほぼ同様の効果を得ることができる。

【数3】

検知されず、また逆にアクティビティSが低い場合はより雑音が目立つ傾向にある。従って、主観評価値計算部32において品質劣化度を算出する際に、画像を画面全体のアクティビティSにより数種類に分類し、主観評価値により近づけるように実験的にあらかじめ定めたマッピング関数fを用いている。

【0034】即ち、WSNRの値をxとした場合に、品質劣化度f(x)は以下に示す5次式から算出される。 $f(x) = px^5 + qx^4 + rx^3 + sx^2 + tx + u$ ただし、このマッピング関数の各係数p~uは、次の表1に示すようにアクティビティSに応じて定まるものであり、これら係数は主観評価値により近づけるように実験的に最小2乗法により求めたものである。

【0035】

【表1】

マッピング関数の各係数

S	p	q	r	s	t	u
S<100	-0.00000210	0.000340	-0.0178	0.279	1.26	0.00269
S<250	-0.00000732	0.00122	-0.0729	1.80	-14.5	-0.0000156
S<400	-0.0000791	0.0111	-0.670	12.7	-101	-0.00000525
S≥400	-0.0000135	-0.000235	0.0164	-0.466	5.22	0.0129

【0036】本実施形態におけるデジタル画像品質評価装置を用いて行った画像品質評価実験結果について、以下説明する。原画像として16種類のNTSC画像を用い、評価対象システムとしては本出願人の開発した2種類のコーデック(MUCCS-2[2]及びMUCCS-45[3])を使用した。符号化ビットレートは、どちらも2Mbps、15Mbpsの2種類で行っ

た。また、画像品質評価値の基準とする主観評価値については、テスト画像についてITU-R BT. 500-6の勧告に基づいて専門家20名により行われた評価値を用いた。

【0037】図4は単純SNR(視覚特性に基づく重み付けのないSNR)と上述した基準の主観評価値との関係、図5は本実施形態における品質劣化度f(x)と上

述した基準の主観評価値との関係をそれぞれ示している。

【0038】図4に示すように、評価方式が単純SNRの場合は、視覚特性が全く考慮されないのでプロットが散在しており、主観評価値との相関が、MUCCS-2[2]では0.680、MUCCS-45[3]では0.743と低くなっている。

【0039】これに対して本実施形態の品質劣化度の場合は、完全に一对一の関係とはなっていないものの、主観評価値との相関が、MUCCS-2[2]では0.804、MUCCS-45[3]では0.912と単純SNRの場合より大幅に相関が高くなっている。これは、特に、画面全体でのアクティビティSによる品質劣化度の算出を行うことで注視ブロックの雑音検知感度が考慮されたため、より主観評価値に近づいたものと思われる。

【0040】このように、本実施形態によれば、ブロック内での視覚特性を考慮した重み付けに加えて、画面全体での視覚特性をも考慮しているので、主観評価結果により近い評価結果を得ることができる。しかも、客観評価により短時間に評価が行えたと共に、その構成が簡単なため製造コストが安価となる。

【0041】以上述べた実施形態は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変更態様で実施することができる。従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均等範囲によってのみ規定されるものである。

【0042】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、評価対象画像データの値とその原画像データの値との差分値に基づくSNRを算出するSNR算出手段と、フレーム全体の画像データの交流成分の電力を算出する手段と、算出した交流成分電力に基づいて算出したSNRの重み付けを行う重み付け手段とを備えているため、短時間に評価が行え、しかも主観評価結果により近い評

価結果を得ることのできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のデジタル画像品質評価装置の基本構成を示すブロック図である。

【図2】本発明のデジタル画像品質評価装置の一実施形態における構成を概略的に示すブロック図である。

【図3】図2の実施形態におけるWSNR及びフレームアクティビティSの演算の内容を詳しく説明を説明する図である。

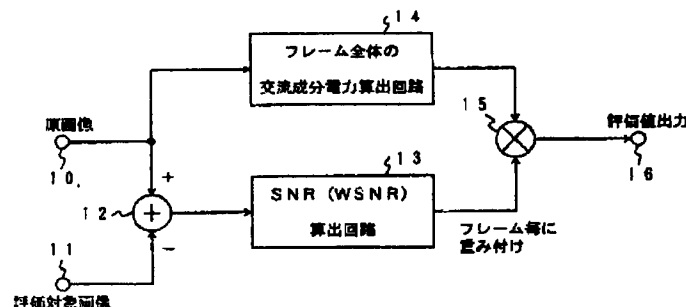
【図4】画像品質評価実験結果として、単純SNRと基準の主観評価値との関係を表わす図である。

【図5】画像品質評価実験結果として、図2の実施形態における品質劣化度と基準の主観評価値との関係を表わす図である。

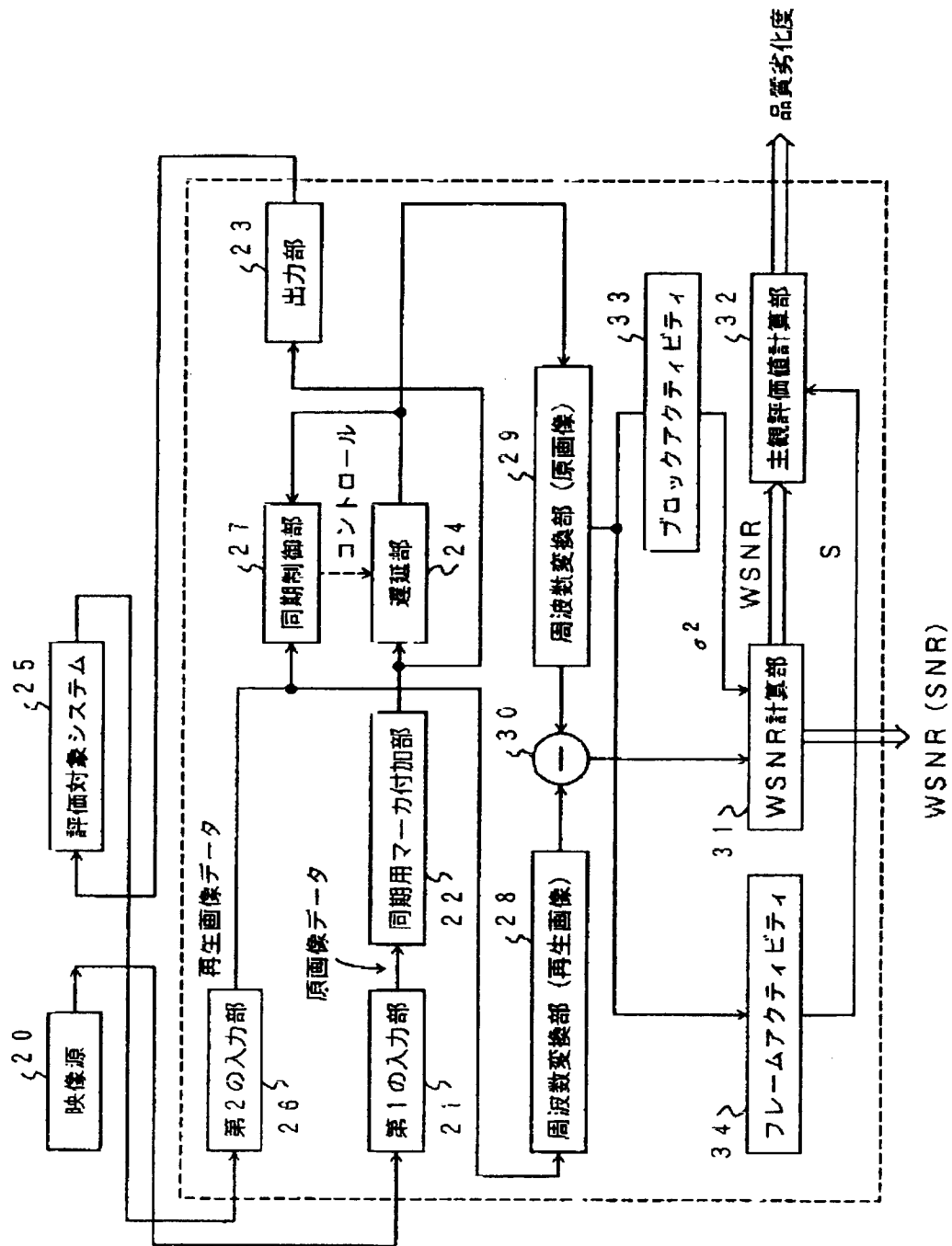
【符号の説明】

- 10、11 入力端子
- 12 差分値算出回路
- 13 SNR(WSNR)算出回路
- 14 交流成分電力算出回路
- 15 重み付け回路
- 16 出力端子
- 20 映像源
- 21 第1の入力部
- 22 同期用マーカ付加部
- 23 出力部
- 24 遅延部
- 25 評価対象システム
- 26 第2の入力部
- 27 同期制御部
- 28、29 周波数変換部
- 30 差分値算出部
- 31 WSNR計算部
- 32 主観評価値計算部
- 33 ブロックアクティビティ計算部
- 34 フレームアクティビティ計算部

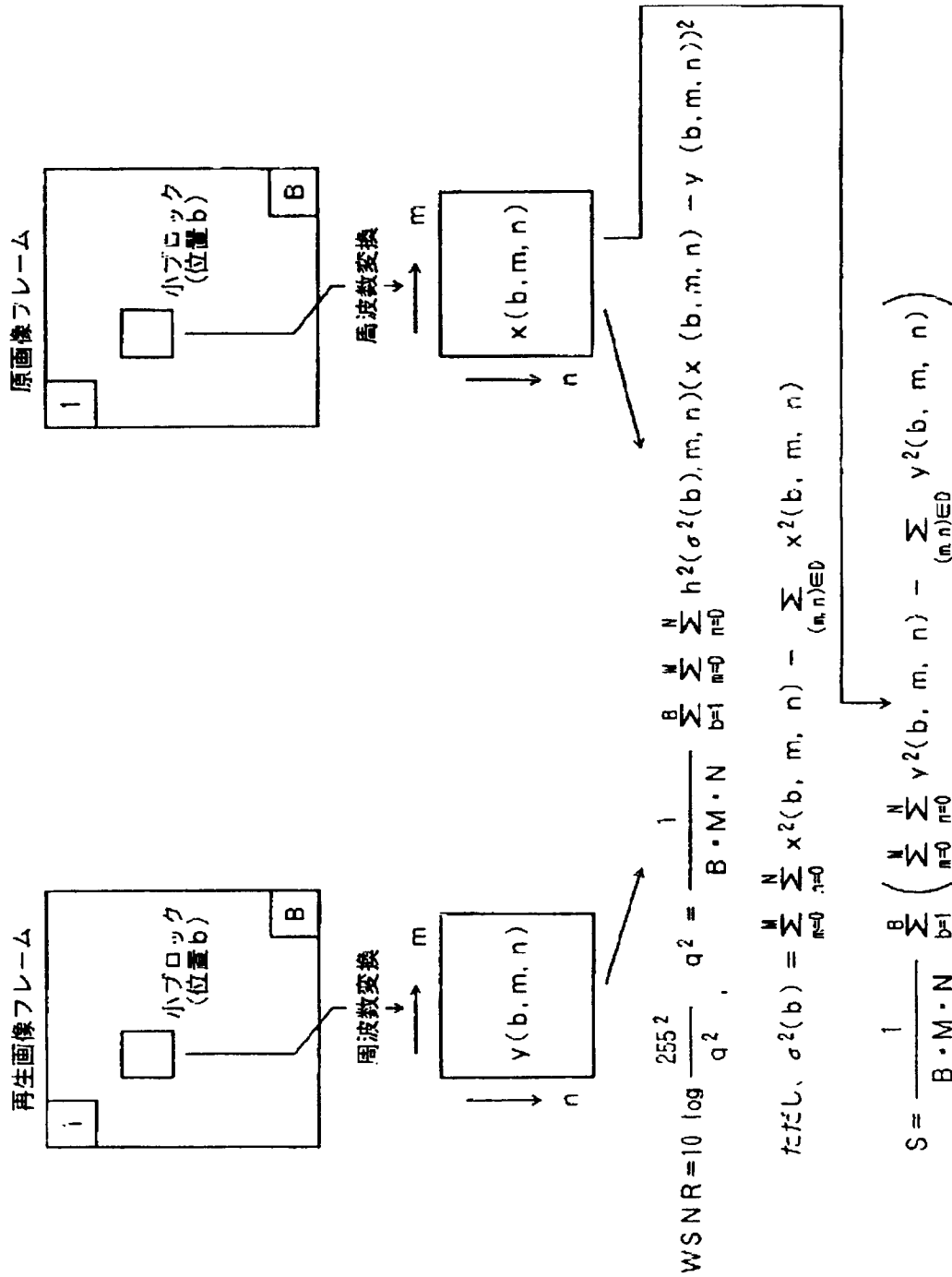
【図1】



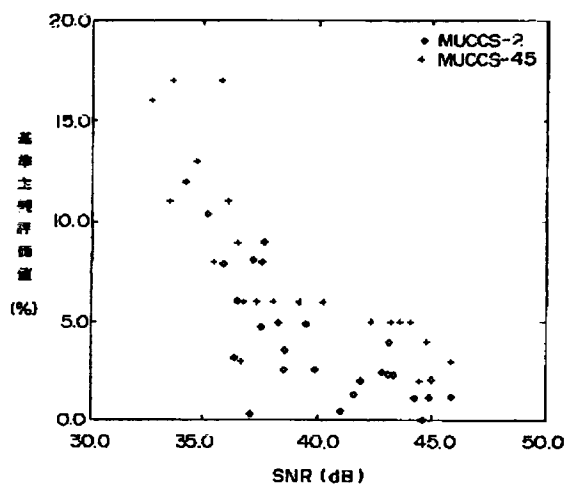
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

